

VTP Druckverteilung

15.09.2016

VTP Druckverteilung

1. Druckverteilung an einem Flügel mit Fowlerklappe

1.1 Einleitung

In diesem Teil des Praktikums soll die Druckverteilung in Profiltiefe an einem Profil mit Fowlerklappe aufgenommen werden. Bei dem zu untersuchenden Profil handelt es sich um ein von R.T. Whitcomb bei der NASA für leichte Propellerflugzeuge entwickeltes GA(W)-1 Profil, (General Aviation Whitcomb Typ1).

Vergleichbare Profile:

- NACA 65₃-418
- NACA 4412
- NACA 23012
- NACA 65₁-412 (GA(W)-2)

1.1 Profildaten GA(W)-1

Profildicke	d	=	17%
Dickenrücklage	x_d	=	38,5%
Wölbung	f	=	2,45%
Wölbungsrücklage	x_f	=	65%
Nullmomentenbeiwert	C_{m0}	=	-0,1238
Nullauftriebswinkel	α_0	=	-4,453°
Stoßfreier Eintritt	α_S	=	0,5698°
c_A bei stoßfreiem Eintritt	c_{As}	=	0,5508
Auftriebsanstieg	$dc_A/d\alpha$	=	7,1587 rad ⁻¹
Neutralpunktlage	x_{ac}/l	=	26,52%

VTP Druckverteilung

1.2 Modellaufbau

1.2.1 Profil und Klappe

Ausführung des Modells in Ganzmetallbauweise (AlMg5Si) in Form einer Ober- und Unterschale für jeweils Hauptflügel und Fowlerklappe. Das Spaltklappensystem besteht aus einem GA(W)-1-Profil mit einer Fowlerklappe entsprechend dem Dornier TNT-Flügelkonzept.

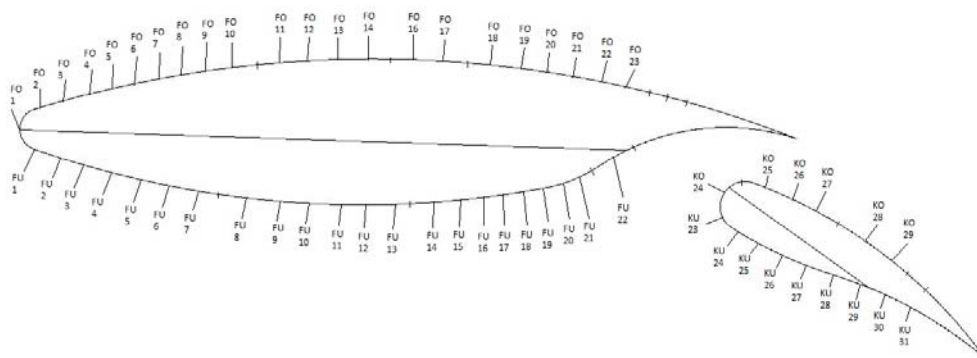


Abb. 1: Verteilung der Druckmeßstellen am Modell

1.2.2 Endscheiben

Um der Idealvorstellung einer zweidimensionalen Umströmung des Profils nahezukommen, sind seitlich an dem Profil ovale Endscheiben ($l_S \times b_S = 550 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$) mit 45° abgeschrägten Kanten angebracht. Berechnung der effektiven Streckung infolge von Endscheiben nach Schlichting/Truckenbrodt¹:

$$\Lambda^* = \Lambda \cdot \left[1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{b_S}{l_S} \cdot \left(\frac{l_S}{l_F} \right)^2 \right]$$

1.2.3 Geometrie

Spannweite	b	0,5 m	Klappentiefe	l_K	$0,3 \cdot x/l$
Flügeltiefe	l_F	0,35 m	Geometrische Streckung	Λ	1,43
Flügelfläche	S	0,175 m	Effektive Streckung	Λ^*	2,71

Tab. 1: Geometriedaten

¹ Schlichting H., Truckenbrodt E.: Aerodynamik des Flugzeugs, 2. Band, Springer-Verlag, Berlin, 2. Auflage, 1969

VTP Druckverteilung

1.2.4 Druckmeßstellen

Die Druckinstrumentierung besteht aus insgesamt 60 Druckbohrungen mit $\phi = 0,7$ mm, die im Abstand von 10 mm um $6,6^\circ$ aus der Profiltiefenrichtung gedreht angebracht wurden.

Meßstelle	Abstand von der Nase (x)	x/l	Meßstelle	Abstand von der Nase (x)	x/l
Flügeloberseite	[mm]		Flügelunterseite	[mm]	
FO1	0,0	0,00	FU1	9,5	0,03
FO2	3,0	0,01	FU2	19,5	0,06
FO3	9,5	0,03	FU3	29,5	0,08
FO4	19,0	0,05	FU4	39,5	0,11
FO5	28,5	0,08	FU5	49,5	0,14
FO6	38,0	0,11	FU6	59,5	0,17
FO7	47,5	0,14	FU7	68,0	0,19
FO8	58,0	0,17	FU7a	78,5	0,22
FO9	68,0	0,19	FU8	89,0	0,25
FO10	77,5	0,22	FU9	98,5	0,28
FO10a	87,5	0,25	FU10	108,5	0,31
FO11	97,3	0,28	FU11	118,5	0,34
FO12	107,0	0,31	FU12	128,0	0,37
FO13	117,3	0,33	FU13	137,3	0,39
FO14	126,5	0,36	FU13a	147,5	0,42
FO15	136,6	0,39	FU14	156,0	0,45
FO16	146,5	0,42	FU15	166,5	0,48
FO17	156,0	0,45	FU16	177,0	0,51
FO18	175,5	0,50	FU17	187,5	0,54
FO19	185,5	0,53	FU18	197,0	0,56
FO20	195,5	0,56	FU19	207,0	0,59
FO21	205,0	0,59	FU20	217,0	0,62
FO22	215,0	0,61	FU21	226,5	0,65
FO23	225,0	0,64	FU22	243,0	0,69
			FU23	255,0	0,73

Klappenoberseite	[mm]		Klappenunterseite	[mm]	
KO24	246,0	0,70	KU24	249,0	0,71
KO25	259,5	0,74	KU25	259,0	0,74
KO26	267,5	0,76	KU26	269,0	0,77
KO27	279,5	0,80	KU27	279,0	0,80
KO28	300,5	0,86	KU28	289,0	0,83
KO29	310,5	0,89	KU29	300,0	0,86
			KU30	310,0	0,89
			KU31	320,0	0,91

Tab. 2: Lage der Druckmeßstellen

VTP Druckverteilung

2. Windkanal

Die Versuche werden in dem Niedergeschwindigkeitswindkanal der Hochschule München durchgeführt. Dabei handelt es sich um einen Kanal Göttinger Bauart mit offener Meßstrecke.

Antriebsleistung Gebläse: 90 kW

Meßstreckenquerschnitt: 960 mm x 640 mm

Maximale Strömungsgeschwindigkeit: 45 m/s

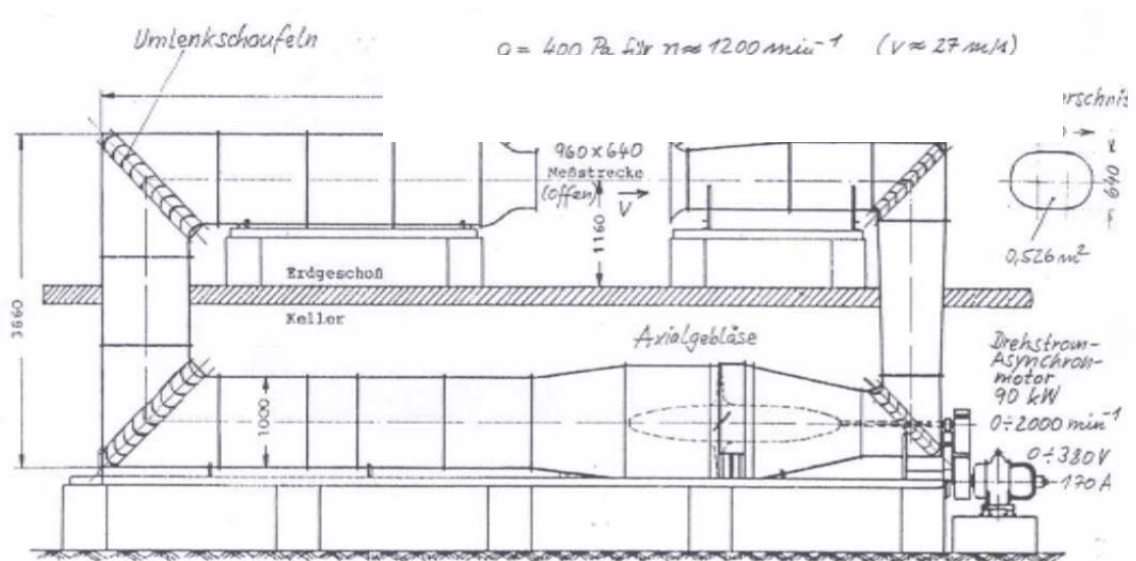


Abb. 2: Niedergeschwindigkeitswindkanal der Hochschule München (W. Heinzerling)

3. Datenerfassung

Die Druckwerte werden mittels einer Scanivalve©-Anlage aufgezeichnet und in zur weiteren Auswertung in einer excell-Datei abgespeichert. Die Ansteuerung der Anlage erfolgt über LabView.

4. Versuchsdurchführung

4.1 Tageswerte

Datum	Uhrzeit	Luftdruck (Barometer)	Temperatur in der Meßstrecke	Relative Feuchte	Luftdruck (korrigiert)	Dichte
		p [mmHg]	T [°C]	φ [%]	p [Pa]	ρ [kg/m ³]

VTP Druckverteilung

4.2 Meßprogramm

Alle Versuche werden bei einem konstanten Staudruck von $q_\infty = 400$ Pa gefahren.

4.2.1 Flügelpolare bei eingefahrener Fowlerklappe

Anstellwinkel	Klappenwinkel
α [grad]	η_k [grad]
-5	-2
0	-2
5	-2
10	-2
15	-2
20	-2
25	-2

4.2.2 Variation des Klappenwinkels bei konstantem Anstellwinkel α_1

Anstellwinkel	Klappenwinkel
α_1 [grad]	η_k [grad]
	-2
	0
	5
	10
	15
	20
	25

4.2.3 Variation des Klappenwinkels bei konstantem Anstellwinkel α_2

Anstellwinkel	Klappenwinkel
α_2 [grad]	η_k [grad]
	-2
	0
	5
	10
	15
	20
	25

VTP Druckverteilung

5. Auswertung

5.1 Druckverteilung

Für alle gemessenen Konfigurationen ist die c_p – Verteilung an Ober- und Unterseite entsprechend

$$c_{p,o} = \frac{p_o - p_\infty}{q_\infty} \quad \text{und} \quad c_{p,u} = \frac{p_u - p_\infty}{q_\infty}$$

zu bestimmen.

5.2 Diagramme Druckverteilung

Entsprechend den Meßprogrammen 4.2.1 – 4.2.3 ist jeweils ein separates Diagramm mit der c_p -Verteilung an Ober- und Unterseite zu erstellen.

5.3 Klappenwirksamkeit

Bestimmung der aus den Druckverteilungen resultierenden Normalkraftbeiwerten entsprechend

$$N = q_\infty \cdot \left[\int_0^l c_{p,o} dx - \int_0^l c_{p,u} dx \right] \cdot b \quad \text{und} \quad c_N = \frac{N}{q_\infty \cdot S_{ref}}$$

Die Normalkraftbeiwerte $c_N = c_N(\alpha, \eta_K)$ sind in Abhängigkeit vom Klappenausschlag η_K zu bestimmen.

5.4 Diagramme Klappenwirksamkeit

Für die beiden in den Meßprogrammen 4.2.2 und 4.2.3 festgelegten Anstellwinkel α_1 und α_2 ist jeweils ein Diagramm $c_N = c_N(\alpha, \eta_K)$ zu erstellen.

Die Diagramme sind in schwarz/weiß zu erstellen und für die unterschiedlichen Kurven sind unterschiedliche Linienarten und/oder Symbole zu verwenden.